



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧7 EP 0 560 270 B1

⑩ DE 693 03 516 T 2

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 61 M 5/142**  
F 04 B 43/08

②1	Deutsches Aktenzeichen:	693 03 516.1
⑧6	Europäisches Aktenzeichen:	93 103 714.7
⑧6	Europäischer Anmeldetag:	9. 3. 93
⑧7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	15. 9. 93
⑧7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	10. 7. 96
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	31. 10. 96

DE 693 03 516 T 2

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
10.03.92 GR 92010089

⑦3 Patentinhaber:  
Micrel Ltd., Microelectronic Applications Center,  
Halandri, Athens, GR

⑦4 Vertreter:  
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

⑦2 Erfinder:  
Tsoukalis, Alexandre, 162 33 Vironas Athens, GR

⑤4 Lineare Peristaltikpumpe

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 03 516 T 2

### B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine lineare Schlauchpumpe mit einem auf einer Halterungsplatte gehaltenen flexiblen Schlauch mit einem Eingabeende, das mit einem Fluidbehälter verbunden ist, sowie mit einem Ausgabeende; mit einer motorgetriebenen Nockenwelle, die drehbar in einem stationären Rahmen gehalten und parallel zum flexiblen Schlauch angeordnet ist und mindestens drei Nocken aufweist, die im Winkel zueinander versetzt sind; mit einem Stößel für jeden Nocken, der zwischen parallel verlaufenden Führungsflächen zur geraden Hin- und Herbewegung in zur Achse der Nockenwelle senkrecht verlaufenden Richtung geführt wird und Endflächen zum Zusammendrücken des flexiblen Schlauches in einer Betätigungssequenz aufweist, die vom Eingabeende den Schlauch entlang zum Ausgabeende verläuft, wobei die Nocken, die Stößel und Kugellager im wesentlichen in der gleichen Ebene angeordnet sind.

Die Erfindung betrifft insbesondere eine tragbare, batteriebetriebene lineare Schlauchpumpe zur Arzneimittelabgabe an Patienten.

Bei der Behandlung von Patienten wird heute in verstärktem Maße dazu übergegangen, die Patienten zuhause durch Arzneimittelinfusionen zu therapieren und damit die Kosten für teure Krankenhausbetten einzusparen. Lineare peristaltische Pumpen stellen gegenüber den älteren Rotationsschlauchpumpen eine Verbesserung dar, und in ihrer tragbaren Form haben lineare Schlauchpumpen den Vorteil, daß auszutauschende Teile des Gerätes preiswerter zu ersetzen sind als bei sich hin- und herbewegende Kolbenpumpen, bei denen der Pumpmechanismus an den auszutauschenden Teilen, beispielsweise Spritzen, angebracht ist.

Bei linearen Schlauchpumpen befindet sich das Arzneimittel in einem Behälter aus weichem Material, der mit einem kleinen, flexiblen Silikonschlauch verbunden ist, der entlang seiner Länge durch ein Satz von Fingern, die durch einen Nockenmechanismus angetrieben werden, in einer fortlaufenden Bewegung zusammengedrückt wird,

wodurch das Arzneimittel aus dem Behälter in einen Katheter gepumpt wird. Große volumetrische lineare Schlauchpumpen, wie sie neben Patientenbetten aufgestellt und in Krankenhäusern verwendet werden, sind zuverlässig arbeitende Vorrichtungen mit einer langen Lebensdauer und sind geeignet für Intensivstationen.

In EP-A-214 443 wird eine Transfusionspumpe mit einem flexiblen Schlauch gezeigt, die auf einer Halterungsplatte gehalten ist; ein Eingabeende ist mit einem Flüssigkeitsbehälter verbunden und ein Ausgabeende beispielsweise mit einem Katheter. Das Gerät umfaßt eine motorgetriebene Nockenwelle, die parallel zum flexiblen Schlauch angeordnet ist und eine Mehrzahl von Nocken. Bei einer ersten Ausführungsform (Figur 1) wirken diese Nocken unmittelbar auf Nockenfinger ein, die den flexiblen Schlauch in einer Betätigungssequenz zusammendrücken, die sich vom Eingabeende des Schlauches zu seinem Ausgabeende fortbewegt. Es ist klar, daß zwischen den Nocken und den Stößeln starke Reibungskräfte vorhanden sind, die im Falle von tragbaren, batteriebetriebenen Pumpen von Nachteil wären.

In EP-A-214 443 wird außerdem ein Pumpmechanismus (Figuren 7 und 8) beschrieben, bei dem Kugellager verwendet werden, die exzentrisch an einer Welle sitzen, und der Außenumfang dieser Kugellager wirkt unmittelbar auf den flexiblen Schlauch. Obgleich bei diesem Aufbau Reibung und Abnutzung reduziert werden, sind verhältnismäßig große Kugellager erforderlich, um einen ausreichend großen Hub zum Zusammendrücken des flexiblen Schlauches zu erreichen. Solche großen Kugellager benötigen rechtwinklig zur Richtung des Zusammendrückens des flexiblen Schlauches mehr Raum, so daß sich dieses Prinzip eher für große Krankenhauspumpen eignet als für tragbare Pumpen. Außerdem haben exzentrische Pumpmechanismen den Nachteil, daß mit ihnen nur sinusförmige Betriebskurven möglich sind und nicht beliebige Kurvenformen, wie dies bei geformten Nockenflächen der Fall wäre.

Es ist darum eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine lineare Schlauchpumpe von geringer Größe mit niedriger Reibung und geringer Abnutzung des mechanischen Aufbaus vorzuschlagen, die folglich einen geringeren Stromverbrauch hat, deren Zuverlässigkeit etwa genau so groß ist wie die von größeren volumetrischen Pumpen, wie sie im Krankenhaus eingesetzt werden.

Nach der Erfindung ist eine lineare peristaltische Pumpe, wie sie oben definiert wurde, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugellager zur Reibungsverringerung

zwischen Nocken und Stößel vorgesehen sind, daß die inneren Teile der Kugellager auf den Stößeln gelagert sind, wohingegen die Nocken auf die äußeren Umfangflächen der Kugellager wirken, und daß der Gesamtdurchmesser der Kugellager kleiner ist als der der Außenflächen der Nocken.

Obgleich es bereits bekannt ist, in Schlauchpumpen Stößel mit Rollen zu verwenden, die auf Nockenflächen wirken (EP-A-446 898 und GB-A-2 020 735), erlaubt der in diesen Veröffentlichungen beschriebene Aufbau der Pumpen nicht die kleinen Größen, wie sie für batteriebetriebene tragbare Pumpen erforderlich sind. Bei dem Gerät nach EP-A-446 898 werden drei Stößel eingesetzt, die an unterschiedlichen Winkelpositionen eines Nockens angeordnet sind, um den flexiblen Schlauch an nur drei Stellen zusammenzudrücken, wobei der ganze Aufbau verhältnismäßig viel Raum senkrecht zur Bewegungsrichtung benötigt. Die Einrichtung nach GB-A-2 020 735 weist einen Stößel auf, der an einem ausreichend langen Halterungsarm gelagert ist, so daß sich der auf den flexiblen Schlauch einwirkende Finger im wesentlichen auf einer geraden Linie bewegt. Wegen des langen Halterungsarmes ist auch hier eine kleine Gerätebreite nicht möglich. Darum sind diese beiden Bauweisen für eine lineare Schlauchpumpe kleiner Bauart nicht geeignet.

Bei der Schlauchpumpe nach der Erfindung wird die gerade Hin- und Herbewegung der Stößel zwischen parallel angeordneten Führungsflächen geführt und die senkrecht zur Bewegungsrichtung erforderlichen Maße können gering gehalten werden, obwohl Kugellager verwendet werden, die die Reibung an den Nocken verringern; denn anstelle von den bei bekannten Pumpen exzentrisch an einer Welle angeordneten Kugellagern können kleinere Kugellager verwendet werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform weist einen stationären Rahmen mit parallel angeordneten Seitenwänden auf, die Führungsnuten zum Führen von Seitenflächen der Stößel enthalten. Die Kugellager sind vorteilhafterweise auf Vorsprüngen gelagert, die sich parallel zur Achse der Nockenwelle von den Stößeln aus erstrecken.

Um eine Bewegung des flexiblen Schlauches in einer Richtung zu verhindern, die gegenüber der senkrecht zur Betätigungsrichtung der Stößel verlaufenden Richtung quer verläuft, wird der flexible Schlauch vorzugsweise mit Hilfe stationärer Schultern unter den Stößeln in seiner Stellung gehalten; diese Schultern begrenzen

eine seitliche Bewegung. Die Höhe dieser Schultern ist geringer als die doppelte Wanddicke des Schlauches. Um zu verhindern, daß im Falle eines defekten flexiblen Schlauches Flüssigkeit in den Pumpmechanismus gelangt, ist vorzugsweise zwischen dem flexiblen Schlauch und den Endflächen der Stößel eine Schutzfolie vorgesehen, um den Antriebsmechanismus gegenüber dem Schlauch abzudichten.

Um dem Pumpmechanismus Steifheit zu verleihen und genaue Fördermengen einzuhalten, ist die Nockenwelle mit ihren Nocken vorzugsweise als einteiliger Metallgegenstand gefertigt, vorzugsweise durch Pulverspritz- oder Pulvermetall-sinterungsverfahren.

Bei einer linearen Schlauchpumpe ist es wichtig, daß die gepumpte Menge exakt und gleichmäßig eingehalten wird und im wesentlichen unabhängig von den Toleranzen und mechanischen Eigenschaften des flexiblen Schlauches ist. Um solche Eigenschaften zu erreichen, weist jeder Nocken in einer bevorzugten Ausführungsform drei Rundungsabschnitte auf:

- ein erster Abschnitt hat einen fortlaufend sich vergrößernden Radius für die Druckphase,
- ein zweiter Abschnitt hat einen konstanten Radius, der gleich dem Radius am Ende des ersten Abschnittes ist, um den flexiblen Schlauch in verschlossenem Zustand zu halten,
- ein dritter Abschnitt weist eine steil verlaufende Verringerung des Radius zur schnellen Freigabe des Schlauches auf.

Bei einem solchen Rundungsverlauf der Nocken wird der flexible Schlauch über einen ziemlich langen Rotationswinkel zusammengedrückt und über einen ziemlich kurzen Winkel der Rotation freigegeben, wobei er expandiert. Dem Schlauch wird soviel Expansionszeit gelassen, daß er seine volle Ausdehnung erreicht, um die volle Flüssigkeitsmenge aufnehmen zu können.

Damit am Antriebsmotor eine gleichmäßige Drehmomentlast vorhanden ist, sind die Nocken in gleichen Winkeln versetzt in einem vollen Kreis angeordnet. Der zweite Abschnitt der Rundung ist geringfügig länger als der Winkel ausgeführt, um bei den zweiten Abschnitten der einzelnen Nocken ein Überlappen zu erzeugen, so daß die zu pumpende Flüssigkeitsmenge sicher zwischen den verschlossenen Schlauchabschnitten gehalten wird, ohne daß ein Rückfluß eintritt. Bei sechs regulären Nocken und einem Winkelversatz zwischen den Nocken von  $60^\circ$  weist der erste

Abschnitt eine Dauer von etwa  $200^{\circ}$  auf, der zweite Abschnitt eine Dauer von etwa  $65^{\circ}$  und der dritte Abschnitt eine Dauer von etwa  $95^{\circ}$  eines vollen Umlaufes von  $360^{\circ}$ .

Um die Flüssigkeit gleichmäßig, ohne große Veränderungen, an das Abgabeende fließen zu lassen, sind am Abgabeende des flexiblen Schlauches vorzugsweise ein zusätzlicher Nocken und ein zusätzlicher Stößel vorgesehen, die den Abgabefluß linearisieren. Der maximale Radius dieses Nockens ist kleiner als er erforderlich wäre, um den Schlauch zu verschließen. Dieser zusätzliche Nocken hat die Aufgabe, den Abgabefluß für den kurzen Zeitabschnitt zu vergrößern, wo der letzte reguläre Nocken in Verschußstellung ist, d.h. der zusätzliche Nocken weist einen ersten Abschnitt zur Druckerzeugung während des zweiten Abschnitts des letzten regulären Nockens auf und einen zweiten Abschnitt zur Verminderung des Druckes auf den flexiblen Schlauch während des übrigen Umlaufabschnitts. Sind wie im oben genannten Beispiel sechs reguläre Nocken vorgesehen, beträgt die Dauer des ersten Abschnitts des zusätzlichen Nockens etwa  $65^{\circ}$  und die Dauer des zweiten Abschnitts etwa  $295^{\circ}$ .

Eine weitere Ausführungsform, die jedoch nicht unter den Anspruch 1 fällt, sieht einen besonderen Aufbau dadurch vor, daß der Flüssigkeitsbehälter und der flexible Schlauch in einem Gehäusefach der Schlauchpumpe angeordnet sind. Diese Ausführungsform ist durch eine austauschbare Einheit mit dem Flüssigkeitsbehälter, der vorzugsweise aus einem weichen Elastomer gefertigt ist, und den flexiblen Schlauch, dessen Eingabeende mit dem Flüssigkeitsbehälter verbunden ist, gekennzeichnet. Die austauschbare Einheit ist in einem Gehäusefach untergebracht, das durch eine Abdeckung verschlossen ist, der die Halterungsplatte für den flexiblen Schlauch darstellt. Durch diesen Aufbau kann der Flüssigkeitsbehälter zusammen mit dem flexiblen Schlauch als zu entsorgende Teile entfernt und ersetzt werden; die Pumpvorrichtung kann also zum Pumpen unterschiedlicher Flüssigkeiten und für mehrere Patienten verwendet werden.

Damit eine Schlauchpumpe mit solchen austauschbaren Einheiten sicher funktioniert, sind vorzugsweise an einem Rahmen für die austauschbare Einheit und innerhalb des Faches Registriermittel vorgesehen, die das Einsetzen der austauschbaren Einheit nur in der richtigen Bewegungsrichtung erlauben, nicht jedoch in der umgekehrten Richtung.

Vorzugsweise sind am Abgabeende des flexiblen Schlauches Klemmvorrichtungen vorgesehen, um ein Heraustropfen der im Behälter oder im flexiblen Schlauch vorhandenen Flüssigkeit beim Austauschen der austauschbaren Einheit zu verhindern. Diese Klemmvorrichtung, die das Abgabeende der austauschbaren Einheit öffnet, ist innerhalb des Gehäusefaches angeordnet und die Abdeckung ist gut verschlossen. Diese Klemmvorrichtung ist vorzugsweise durch Federkraft in die geschlossene Position vorgespannt und wird durch ein Anheben der Abdeckung geöffnet.

Zur Erhöhung der Sicherheit der linearen Schlauchpumpe nach der Erfindung ist zum Messen des Abgabedruckes der Schlauchpumpe ein Drucksensor vorgesehen. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Drucksensor über eine flexible weiche Membran betätigt, die eine Gehäuseöffnung bedeckt, die mit dem Ausgabeende des flexiblen Schlauches in Verbindung steht. Die weiche Membran weist eine ziemlich große Fläche auf, um die Gesamtempfindlichkeit des Drucksensors zu erhöhen.

Nachfolgend wird die Erfindung im Zusammenhang mit bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung und den beigefügten Zeichnungen beschrieben.

- |         |  |
|---------|--|
| Figur 1 | zeigt eine perspektivische Ansicht der linearen Schlauchpumpe nach der Erfindung;  |
| Figur 2 | zeigt einen Querschnitt durch den Pumpmechanismus und stellt die Nockenwelle, die Stößel mit Kugellagern und den flexiblen Schlauch dar; |
| Figur 3 | zeigt eine Seitenansicht des Pumpmechanismus der peristaltischen Pumpe;  |
| Figur 4 | zeigt eine perspektivische Ansicht einer austauschbaren Einheit, die den Flüssigkeitsbehälter und den flexiblen Schlauch umfaßt;         |
| Figur 5 | zeigt eine Seitenansicht einen der regulären Nocken und  |
| Figur 6 | zeigt eine Seitenansicht eines zusätzlichen Nockens zum Ausgleichen des Flüssigkeitsabgabevolumens.                                      |

Die Gesamtansicht der linearen Schlauchpumpe, Figur 1, zeigt ein Gehäuse 3, das die mechanischen Teile der Pumpe, einschließlich einem Motor, einem Untersetzungsgetriebe, einer elektrischen Batterie und dem Bewegungsmechanismus im Bereich des hinteren Teils enthält; wohingegen im niedrigeren vorderen Teil des Gehäuses die Elektronik untergebracht ist, die einen Mikroprozessor und SMD-

Technik enthält, um die Größe gering zu halten. Das Gehäuse 3 ist mit einer Abdeckung 5 versehen, die am Boden bei 5a mit einem Scharnier befestigt ist, um Zugang zu einem Fach zu erlauben, in dem eine austauschbare Einheit mit Flüssigkeitsbehälter 4 untergebracht werden kann. Im oberen Teil des Gehäuses sind eine Anzeige 1 und Betätigungstasten 2 vorgesehen.

Auf der Grundlage der Figuren 2 und 3 der Zeichnungen wird nachfolgend der Pumpmechanismus beschrieben. Eine Nockenwelle 9 mit einer Mehrzahl von Nocken 30a - 30f ist in einem stationären Rahmen drehbar in Wellenlagern 8 gelagert. Die Nockenwelle 9 wird von einem Motor 6 mit geringer Trägheit angetrieben, der ein Untersetzungsgetriebe 6a enthält. Eine Magnettrommel 7 mit winklig im Abstand voneinander angeordneten Magneten wirkt auf Hall-Sensoren 17, die im Winkel gegeneinander versetzt sind, um sowohl die Richtung als auch die Gewindigkeit der Drehung zu erfassen. Die Signale der Hall Sensoren 17 werden in einem Mikroprozessor verwendet, der die Betätigung der Schlauchpumpe steuert.

Für jeden der Nocken 30a - 30f ist eine Mehrzahl von entsprechenden Stößeln 11 vorgesehen, die je ein kleines Kugellager 10 aufweisen, das mit seinem inneren Teil 10a auf einem am Stößel 11 angeformten Vorsprung 11c gelagert ist. Der Außenumfang 10b jedes Kugellagers 10 berührt die Nockenfläche jedes Nocken 30a - 30f, so daß nur eine geringe Reibung zwischen den Stößeln 11 und den Nocken 30a - 30f vorhanden ist.

Endflächen 11b der Stößel 11 wirken auf einen flexiblen Schlauch 16, der auf einer Halterungsplatte 5 gehalten wird, die, wie bereits beschrieben, die Abdeckung für das Gehäuse 3 bildet. Die Bewegung der Stößel 11 in einer geraden Linie in senkrechter Richtung (wie aus den Zeichnungen hervorgeht) wird von Seitenflächen 11a geführt, die in Nuten bewegt werden, die sich in Führungsflächen 26a des stationären Rahmens 26 befinden.

Aus den Figuren 2 und 3 geht hervor, daß die Endfläche 11b des ersten Nockens 30a den flexiblen Schlauch 16 in seine geschlossene Position völlig zusammengedrückt hat (die gestrichelten Linien zeigen den flexiblen Schlauch 16' in voll geöffneter Position). Die einzelnen Nocken 30a - 30f haben alle die gleiche Form, sind jedoch in einem Winkel von 60° zueinander versetzt angeordnet. Diese versetzte Anordnung sorgt für eine im wesentlichen gleiche Drehmomentlast des Motors. In Figur 3 ist das Eingabeende 16a des flexiblen Schlauches 16 auf der



linken Seite der Zeichnung dargestellt, das Ausgabeende 16b hingegen auf der rechten Seite.

Der flexible Schlauch 16 ist aus elastischem Material gefertigt, vorzugsweise aus einem Silikonmaterial. Um den flexiblen Schlauch 16 gegenüber dem Antriebsmechanismus abzudichten, ist eine Schutzfolie 15 aus Kunststoff zwischen dem Schlauch 16 und den Endflächen 11b der Stößel 11 angeordnet (lediglich in Figur 3 dargestellt, der zur besseren Übersichtlichkeit halber jedoch nicht in Figur 2).

Der in Figur 2 dargestellte Nocken 30a weist drei Rundungsabschnitte auf, das heißt

- einen ersten Abschnitt 18 mit einem fortschreitend zunehmenden Radius einer berechneten Rundung für die Druckphase,
- einen zweiten Abschnitt 19 mit einem konstanten Radius, der gleich dem Radius am Ende des ersten Abschnittes 18 ist, um den flexiblen Schlauch 16 vollständig geschlossen zu halten, und
- einen dritten Abschnitt 20 mit einem sich steil verkleinernden Radius für eine schnelle Freigabe des Schlauches 16.

Aus der Figur 2 ist zu ersehen, daß auch bei ziemlich großem Hub der Nocken 30 die Breite des Geräteaufbaus (in horizontaler Richtung der Figur 2) nicht viel größer sein muß als der größte Außendurchmesser (Abschnitt 20) der Nocken. Die Lager 20, die klein sein können, nehmen nur Raum in Druckrichtung ein, und die Gleitlager der Stößel 11 innerhalb der stationären Halterung 26 stellen eine lineare Führung in der Richtung sicher, in der das Zusammendrücken erfolgt.

Die Stößel 11 werden durch die Elastizität des Schlauches 16 nach oben gedrückt, wenn die Stößel 11 freigegeben werden. Es ist jedoch auch möglich, die Aufwärtsbewegung durch Rückholfedern zu unterstützen.

In Figur 4 ist eine austauschbare Einheit dargestellt, die den Flüssigkeitsbehälter 4 und den flexiblen Schlauch 16 umfaßt, der auf einem Rahmen 28 aus einem harten Kunststoff gehalten und mit dem Flüssigkeitsbehälter verbunden ist. Der Flüssigkeitsbehälter 4 ist als kleiner Beutel ausgebildet, vorzugsweise aus einem weichen Elastomermaterial, und der flexible Schlauch 16 ist über einen Pumpenanschluß 24 und einen Eingabeschlauch 27 mit dem Flüssigkeitsbehälter verbunden. Der Rahmen 28 umfaßt Erfassungsmittel 25 in Form von Öffnungen, in die komplementäre

Vorsprünge im Fach des Gehäuses 3 hineinpassen, um auf die Weise die richtige Einsetzrichtung der austauschbaren Einheit in das Fach sicherzustellen. Das Abgabeende 16b des flexiblen Schlauches 16 ist mit einem kleinen Gehäuse 23 verbunden, das nur schematisch in Figur 3 dargestellt ist. Eine Öffnung an der oberen Seite (wie in der Zeichnung dargestellt) ist durch eine Membran 23a verschlossen. Diese Membran ist an der Öffnung mit den Gehäusewänden verklebt. Der Abgabedruck am Abgabeende 16b des flexiblen Schlauches 16 ist im Gehäuse 23 vorhanden und betätigt die Membran 23a, die eine recht große Fläche aufweist, um einen Drucksensor 14 zu betätigen. Dieser Drucksensor kann ein analoger Drucksensor oder ein Schalter sein. Dieser Drucksensor 14 wird verwendet, um einen Überdruck am Ausgang zu erfassen, so daß entweder der Betrieb der peristaltischen Pumpe gestoppt und/oder ein Alarmsignal gegeben werden kann. Das Gehäuse 23 ist mit einem Abgabeschlauch 29 und über diesen mit einem Abgabeverbindungsstück 22 verbunden, das im vorliegenden Fall ein Luer-Verschluß-Verbinder ist (s. insbes. Figur 4).

Außerdem weist der Rahmen 28 Vorsprünge 21 auf, die sicherstellen, daß der flexible Schlauch 16 sich unter dem Preßdruck der Stößel 11 nicht in Querrichtung bewegt. Diese Vorsprünge oder Schultern 21 sind auch in Figur 2 dargestellt. Ihre Höhe ist in Druckrichtung geringfügig kleiner als das Zweifache der Wanddicke des Schlauches 16, so daß der Schlauch von den Endflächen 11b der Stößel 11 völlig zusammengedrückt werden kann.

Wie bereits im Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben wurde, kann die austauschbare Einheit aus Flüssigkeitsbehälter 4 und flexiblem Schlauch 16 in ein Fach des Gehäuses 3 eingelegt werden, wenn eine mit Scharnier versehene Abdeckung 5 am Boden des Gehäuses 1 geöffnet wird. Damit aus dem Flüssigkeitsbehälter 4 oder dem flexiblen Schlauch 16 während des Transportes und beim Austauschen keine Flüssigkeit austritt, ist am Abgabeschlauch 29 eine Federklemme 12 angeordnet. Diese Federklemme ist in ihre geschlossene Position vorgespannt. Ist die austauschbare Einheit in das Fach des Gehäuses 3 eingebracht und die Abdeckung richtig geschlossen, dann bringt ein Vorsprung (nicht dargestellt) an der Abdeckung 5 die Federklemme 12 in ihre geöffnete Stellung, so daß der Ausgang geöffnet wird und die Schlauchpumpe verwendet werden kann.

Außerdem ist, wie aus Figur 3 zu ersehen ist, ein Schalter 13 vorgesehen, der von der Abdeckung 5 in einer Weise betätigt wird, daß ein Betrieb der Schlauchpumpe nur dann möglich ist, wenn die Abdeckung 5 richtig verschlossen ist.

Anschließend soll die Form der regulären sechs Nocken 30a - 30f im Zusammenhang mit Figur 5 detailliert beschrieben werden. Wie bereits im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 erwähnt wurde, weist jeder der sechs Nocken 30a - 30f einen ersten Abschnitt 18 mit fortschreitend zunehmendem Radius einer berechneten Rundung auf; in der vorliegenden Ausführungsform erstreckt sich dieser Abschnitt über einen Winkel von  $200^\circ$ . Der Radius der Nockenoberflächen nimmt vorzugsweise linear zum Rotationswinkel in Richtung des Pfeiles 32 zu. Der daran anschließende zweite Abschnitt 19 weist einen konstanten Radius auf, d.h. den maximalen Radius R30. Bei der vorliegenden Ausführungsform erstreckt sich dieser konstante Radius im Abschnitt 19 über  $65^\circ$ . Im dritten Abschnitt 20 verringert sich der Radius in einer steilen Kurve vom maximalen Radius R30 zum minimalen Radius, bei der vorliegenden Ausführungsform während eines Rotationswinkels von etwa  $95^\circ$ . Der maximale Radius R30 und die Länge des Stößels 11 sind so gewählt, daß der flexible Schlauch 16 vollständig verschlossen wird. Obgleich in Figur 3 die Endflächen 11b einiger der Stößel 11 in einiger Entfernung vom flexiblen Schlauch gezeichnet sind, ist dieser Abstand in der Praxis kleiner oder gleich Null.

Figur 6 zeigt einen zusätzlichen Nocken 31, der hinter dem sechsten regulären Nocken 30 (Figur 3) zum Ausgleichen von Schwankungen des Abgabedruckes während des Pumpbetriebes vorgesehen ist. Dieser zusätzliche Nocken ist nicht in Figur 3, sondern lediglich in Figur 6 dargestellt.

Wie aus Figur 6 hervorgeht, weist der zusätzliche Nocken 31 einen ersten Abschnitt 33 auf, während dessen der Radius von einem minimalen Wert bis auf einen maximalen Radius R31 zunimmt. Von diesem maximalen Wert R31 verringert sich der Radius in einem zweiten Abschnitt 34 auf den minimalen Wert. Der maximale Radius R31 ist kleiner als der maximale Radius R30 der regulären Nocken 30, weil der flexible Schlauch 16 nur zusammengedrückt, aber nicht verschlossen werden soll. Die Winkeldauer des ersten Abschnittes 33 beträgt etwa  $65^\circ$ , während sich der übrige Abschnitt 34 über etwa  $295^\circ$  erstreckt.

In Figur 5 ist die Winkelposition des letzten und des sechsten regulären Nockens 30f dargestellt; der zusätzliche Nocken 31 ist an der Nockenwelle 9 im gleichen

Winkel angeordnet, wie dies für den sechsten Nocken 30f in Figur 5 gezeigt ist, d.h., wenn Nocken 30f seinen maximalen Radius  $R_{30}$  hat, hat der zusätzliche Nocken 31 ebenfalls seinen maximalen Radius  $R_{31}$ . Daraus folgt, daß, wenn der sechste Nocken 30f während seines zweiten Abschnittes 19, wo der flexible Schlauch 16 vollständig verschlossen gehalten wird, von Punkt A zu Punkt B dreht, der zusätzliche Nocken 31 von Punkt A zu Punkt B seinen ersten Abschnitt 33 durchläuft, während dessen der Druck auf den Endabschnitt 16b des flexiblen Schlauchs 16 allmählich erhöht wird, ohne den Schlauch 16 zu verschließen. Das bedeutet, daß, während außerhalb des verschließenden Nockens 30f keine Flüssigkeit gepumpt wird, der zusätzliche Nocken 31 während desselben Zeitraumes mit einer Förderbetätigung auf den Ausgang wirkt. Druckschwankungen in der Abgabe werden dadurch stark verringert.

93 103 714.7-2305 (0 560 270)

### A n s p r ü c h e

1. Lineare Schlauchpumpe mit  
einem auf einer Halterungsplatte (5) gehaltenen flexiblen Schlauch (16) mit einem Eingabeende (16a), das mit einem Fluidbehälter (4) verbunden ist, sowie mit einem Ausgabeende (16b);  
mit einer motorgetriebenen Nockenwelle (9), die drehbar in einem stationären Rahmen (26) gehalten und parallel zum flexiblen Schlauch (16) angeordnet ist und mindestens drei Nocken (30a - 30f) aufweist, die im Winkel zueinander versetzt sind;  
mit einem Stößel (11) für jeden Nocken, der zwischen parallel verlaufenden Führungsflächen (26a) zur geraden Hin- und Herbewegung in zur Achse der Nockenwelle (9) senkrecht verlaufenden Richtung geführt wird und Endflächen (11b) zum Zusammendrücken des flexiblen Schlauches (16) in einer Betätigungssequenz aufweist, die vom Eingabeende (16a) den Schlauch entlang zum Ausgabeende (16b) verläuft, wobei die Nocken (30), die Stößel (11) und Kugellager (10) im wesentlichen in der gleichen Ebene angeordnet sind,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Kugellager zur Reibungsverringerung zwischen Nocken (30) und Stößel (11) vorgesehen sind,  
daß die inneren Teile (10a) der Kugellager (10) auf den Stößeln (11) gelagert sind, wohingegen die Nocken (30) auf die äußeren Umfangflächen (10b) der Kugellager (10) wirken, und  
daß der Gesamtdurchmesser der Kugellager (10) kleiner ist als der der Außenflächen (19) der Nocken (30).
2. Lineare Schlauchpumpe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der stationäre Rahmen (26) parallel angeordnete Seitenwände mit Führungsnuten (26a) zum Führen von Seitenflächen (11a) der Stößel (11) aufweist.
3. Lineare Schlauchpumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Kugellager (10) auf Vorsprüngen (11c) gelagert sind, die sich parallel zur Achse der Nockenwelle (9) von den Stößeln (11) aus erstrecken.

4. Lineare Schlauchpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible Schlauch (16) von stationären Schultern (21), die die seitliche Bewegung begrenzen, in seiner Position unter den Stößeln (11) gehalten wird, wobei die Höhe der Schultern (21) geringer ist als das Zweifache der Wandstärke des Schlauches (16).

5. Lineare Schlauchpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Schutzfolie (15) zwischen dem flexiblen Schlauch (16) und den Endflächen (11b) der Stößel (11), um den Antriebsmechanismus gegen den Schlauch (16) abzudichten.

6. Lineare Schlauchpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenwelle (9) mit ihren Nocken (30a - 30f) ein einteiliger Metallgegenstand ist, der vorzugsweise im Pulverspritzguß oder durch Pulvermetallsinterung gefertigt wurde.

7. Lineare Schlauchpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Nocken (30) drei Bogenabschnitte (30) aufweist:

- einen ersten Abschnitt (18) mit fortlaufend zunehmendem Radius für die Druckphase,
- einen zweiten Abschnitt (19) mit konstantem Radius, der gleich dem Radius am Ende des ersten Abschnittes (18) ist, um den flexiblen Schlauch (16) in geschlossenem Zustand zu halten, und
- einen dritten Abschnitt (20), der zur schnellen Freigabe des Schlauches (16) eine steil verlaufende Verringerung des Radius aufweist.

8. Lineare Schlauchpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nocken (30a - 30f) bei gleichen Winkeln in einem vollen Kreis gegeneinander versetzt sind und daß der zweite Abschnitt (19) geringfügig länger ist als der genannte Winkel, um ein Überlappen der zweiten Abschnitte (19) der einzelnen Nocken zu erzeugen.

9. Lineare Schlauchpumpe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei sechs regulären Nocken (30a - 30f) und einem Versatzwinkel von  $60^\circ$  zwischen den Nocken

- die Dauer des ersten Abschnittes (18) etwa  $200^\circ$ ,
- die Dauer des zweiten Abschnittes (19) etwa  $65^\circ$

- und die Dauer des dritten Abschnittes (20) etwa  $95^\circ$  einer vollen Umdrehung von  $360^\circ$  beträgt.

10. Lineare Schlauchpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch einen zusätzlichen Nocken (31) und einen zusätzlichen Stößel am Ausgabeende (16b) des flexiblen Schlauchs (16) zum Linearisieren des Ausgabeflusses, wobei der größte Radius dieses Nockens (31) kleiner ist, als notwendig wäre, um den Schlauch (16) zu verschließen.

11. Lineare Schlauchpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Nocken (31) einen ersten Abschnitt (33) zur Druckerzeugung während des zweiten Abschnittes (19) des letzten regulären Nockens (30f) und einen zweiten Abschnitt (34) zur Verminderung des Druckes auf den flexiblen Schlauch (16) aufweist.

12. Lineare Schlauchpumpe nach den Ansprüchen 9 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer des ersten Abschnittes (33) des zusätzlichen Nockens (31) etwa  $65^\circ$  und die Dauer des zweiten Abschnittes (34) etwa  $295^\circ$  beträgt.

13. Lineare Schlauchpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Drucksensor (14) zum Messen des Ausgabedruckes der Schlauchpumpe, wobei der Drucksensor (14) durch eine flexible, weiche Membrane (23a) betätigt wird, die die Öffnung eines Gehäuses (23) bedeckt, das mit dem Ausgabeende (16b) des flexiblen Schlauches (16) verbunden ist.

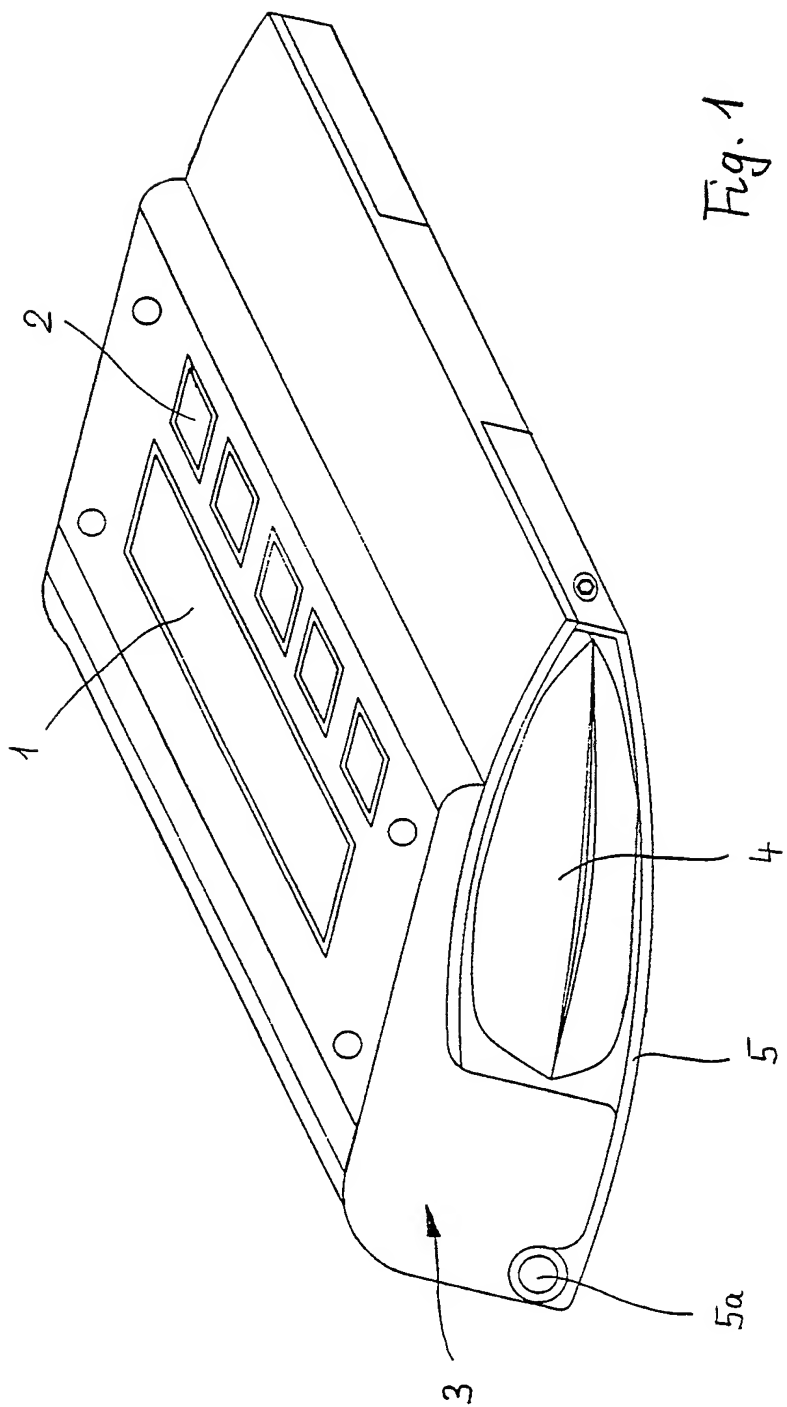


Fig. 1



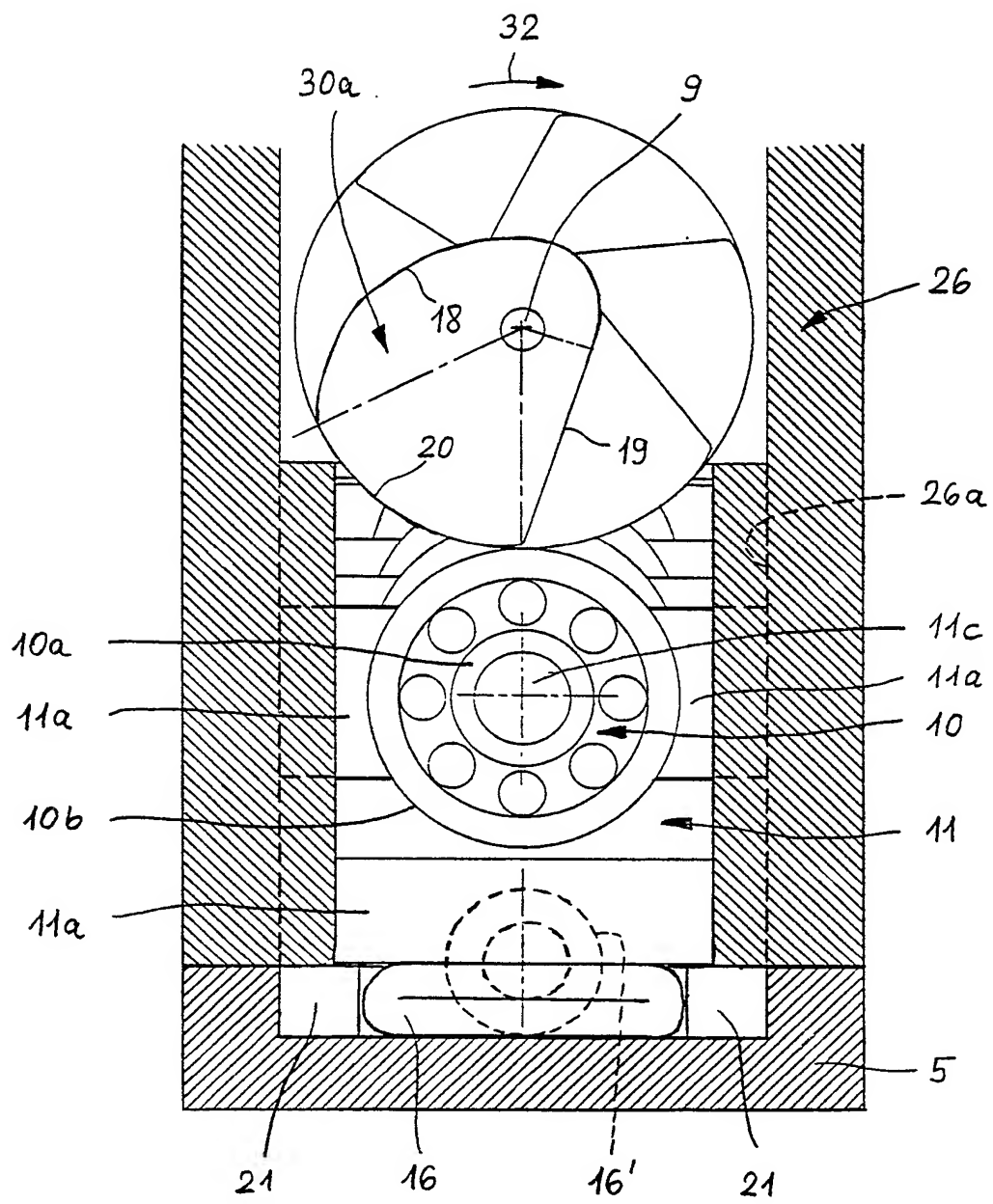


Fig. 2

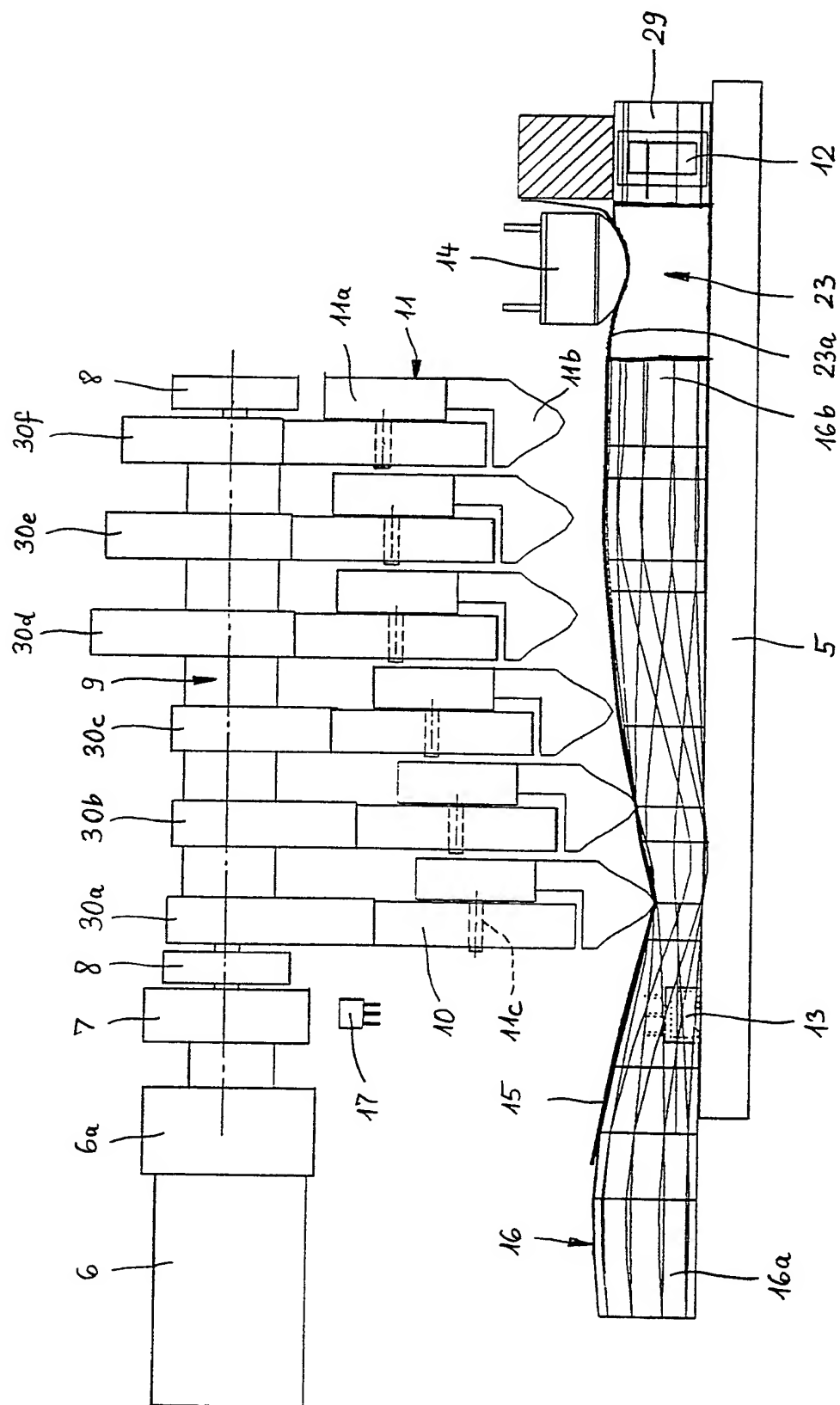


Fig. 3

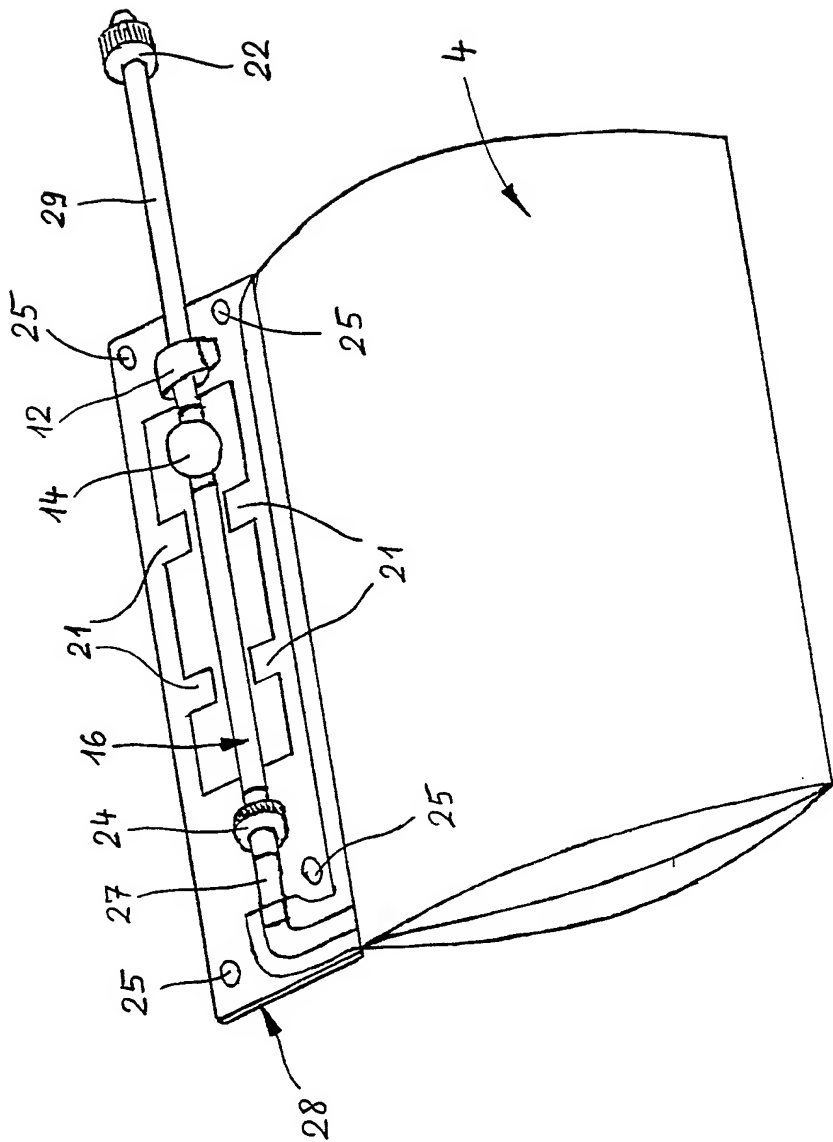


Fig. 4

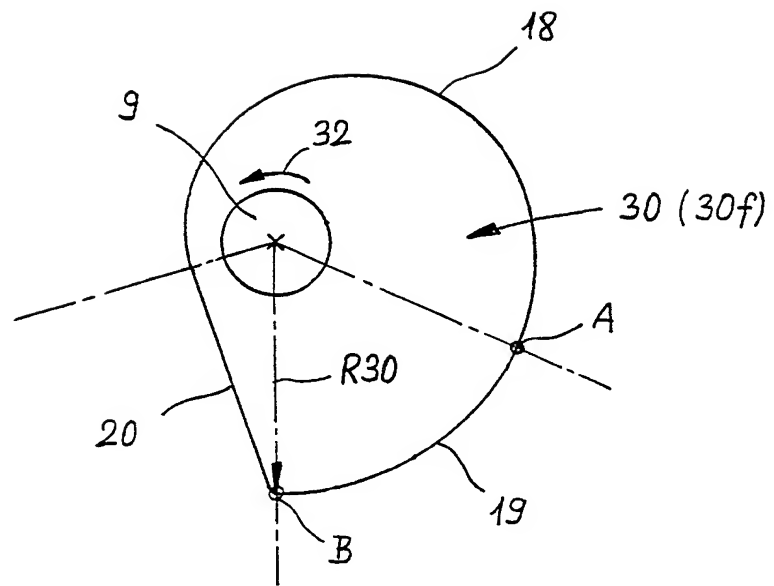


Fig. 5

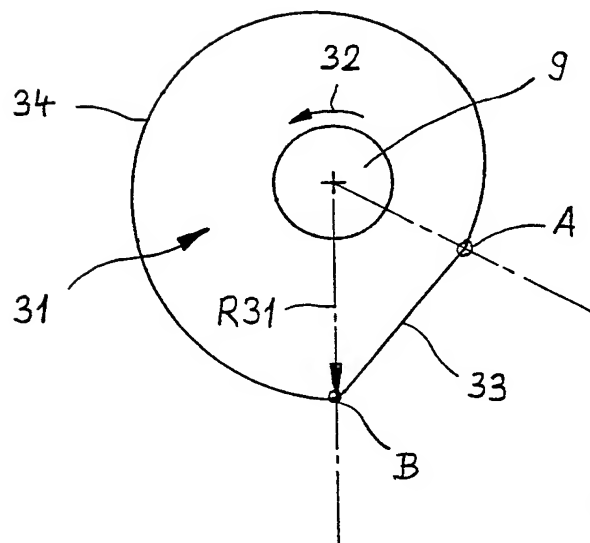


Fig. 6